



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**
(10) **DE 199 07 038 A 1**

(51) Int. Cl. 7:
C 03 C 10/14
C 03 C 10/12

DE 199 07 038 A 1

- (21) Aktenzeichen: 199 07 038.5
(22) Anmeldetag: 19. 2. 1999
(23) Offenlegungstag: 31. 8. 2000

(21) Anmelder:
Schott Glas, 55122 Mainz, DE

(22) Erfinder:
Mitra, Ina, Dipl.-Ing., 55271 Stadecken-Elsheim, DE;
Siebers, Friedrich, Dr., 55283 Nierstein, DE;
Schönberger, Klaus, Dipl.-Geol., 55127 Mainz, DE;
Rüdinger, Bernd, Dr., 55126 Mainz, DE; Schultheis,
Bernd, Dipl.-Phys., 55270 Schwabenheim, DE

(56) Entgegenhaltungen:
DE 43 21 373 C2
US 44 61 839 A
EP 05 82 808 A1
EP 04 37 228 A1
EP 02 20 333 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- (54) Transluzente oder opake Glaskeramik mit Hochquarz-Mischkristallen als vorherrschender Kristallphase und deren Verwendung
- (57) Es wird eine transluzente oder opake Glaskeramik mit Hochquarz-Mischkristallen als vorherrschender Kristallphase mit einer Zusammensetzung (in Gew.-%) von Li₂O 3-5, Na₂O 0-1, K₂O 0-1, Na₂O + K₂O 0-2-2, MgO 0-1,8, BaO 0-3,5, SrO 0-1, CaO 0-1, BaO + SrO + CaO 0,2-4, ZnO 0-2,8, Al₂O₃ 17-26, SiO₂ 62-72, TiO 0-2,5, ZrO₂ 0-3, TiO₂ + ZrO₂ 1-<3,5, Sb₂O₃ 0-2, As₂O₃ 0-2, SnO 0-<1, P₂O₅ 0-8 einem mittleren thermischen Längenausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20-700^\circ\text{C}}$ von < 0,5 · 10⁻⁶/K, einer mittleren Kristallgröße der Hochquarz-Mischkristalle von \geq 80 nm und einer Transmission (Probedicke 4 mm) $_{380-780} < 30\%$ beschrieben. Die Glaskeramik wird bevorzugt als beheizbare Platte zum Kochen und Grillen, als Kochgeschirr, als Kaminscheibe und als Bodenplatte für Mikrowellenherde verwendet.

DE 199 07 038 A 1

Beschreibung

Die Erfindung hat eine transluzente oder opake Glaskeramik mit Hochquarz-Mischkristallen als vorherrschender Kristallphase und deren Verwendung zum Gegenstand.

- 5 Glaskeramiken mit Hochquarz-Mischkristallen als vorherrschender Kristallphase sind bekannt.
So beschreibt das US Patent 4,461,839 transparente, transluzente und opake Glaskeramiken aus den System Li_2O - Al_2O_3 - SiO_2 (sogenannte LAS-Glaskeramiken) mit Hochquarz-Mischkristallen als vorherrschender Kristallphase, wobei die Glaskeramiken Eigenfarben von schwarz über braun bis rot aufweisen. Deren optische Erscheinung wurde jedoch rein visuell beurteilt.
- 10 Beheizbare Platten aus Glaskeramik, die als Kochflächen verwendet werden sollen, müssen in Abhängigkeit vom verwendeten Heizsystem Temperaturbeaufschlagungen deutlich über 300°C, gegebenenfalls über 500°C, standhalten. Zur Überprüfung, ob eine Glaskeramik für die Verwendung z. B. als Kochfläche geeignet ist, hat sich daher u. a. die Bestimmung des linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten für den Temperaturbereich von 20°C bis 700°C, $\alpha_{20-700^\circ\text{C}}$, etabliert. Grundsätzlich sind Glaskeramiken mit einem Ausdehnungskoeffizient $\alpha_{20-700^\circ\text{C}} \sim 1 \cdot 10^{-6}/\text{K}$ zwar als Kochfläche geeignet, für den heutigen Standard an Heizsystemen und Temperaturen in der Größenordnung über 500°C im Bereich der Kochzonen (neben den Bereichen nahe Raumtemperatur) steigt die Anforderung an niedrige thermische Ausdehnung auf einen Ausdehnungskoeffizient $\alpha_{20-700^\circ\text{C}} < 0,5 \cdot 10^{-6}/\text{K}$, idealerweise sogar $\alpha_{20-700^\circ\text{C}} < 0,38 \cdot 10^{-6}/\text{K}$, an, um akzeptable Raten in der Bruchausfallwahrscheinlichkeit zu erreichen. Negative thermischen Ausdehnungskoeffizienten werden in größerem Maße zugelassen als leicht positive, da in diesem Fall eine Glaskeramik unter Druckspannung gesetzt wird.
- 15 20 Es ist allgemein bekannt, daß mit Glaskeramiken aus dem System Li_2O - Al_2O_3 - SiO_2 diese niedrige Ausdehnung eingestellt werden kann, was in unterschiedlichen Gebieten, z. B. Spiegelträger für Teleskope, Kochgeschirr und -flächen, seit Jahrzehnten technisch verbreitet ist.
- 25 Bei diesen Glaskeramiken können die Hauptkristallphasen Hochquarzmischkristall (HQM), auch β -Eukryptit-Mischkristall genannt, und Kroatitmischkristall (KMK), auch als β -Spodumen-Mischkristall bezeichnet, unterschieden werden.
- 30 So zeigen die HQMK-LAS-Glaskeramiken eine geringere thermische Ausdehnung als KMK-Glaskeramiken, deren lineare thermische Ausdehnungskoeffizienten in der Größenordnung von $\alpha_{20-700^\circ\text{C}} \sim 1 \cdot 10^{-6}/\text{K}$ liegen. Dementsprechend wird die Hauptkristallphase Hochquarzmischkristall für Anwendungen die eine sehr geringe Ausdehnung benötigen, z. B. Kochflächen, in der jüngeren Zeit gegenüber Kroatitmischkristall bevorzugt.
- 35 40 Zur Kristallkeimbildung werden üblicherweise TiO_2 und/oder ZrO_2 verwendet.
So ist beispielsweise aus der EP 0 220 333 B1 eine durchsichtige farbige Glaskeramik mit Hochquarz-Mischkristallen als vorherrschender Kristallphase bekannt, wobei die Transparenz im sichtbaren Bereich im wesentlichen durch Zugabe der Keimbildner mit einem Anteil von 1,5-5,0 Gew.-% TiO_2 und 0-3,0 Gew.-% ZrO_2 , sowie der Gesamtmenge an TiO_2 und ZrO_2 von 3,5 bis 5,5 Gew.-% eingestellt wird.
- 45 Aus der DE 43 21 373 C2 sind ebenfalls Glaskeramiken mit Hochquarz-Mischkristallen als vorherrschender Kristallphase bekannt. Dabei handelt es sich um Glaskeramiken mit hoher Transmission, besonders im Wellenlängenbereich von 2700 bis 3300 nm, aber auch einer hohen Transmission im sichtbaren Bereich. Um die besonders bei der Verwendung der Glaskeramik als Kochfläche störende hohe Transmission im sichtbaren Bereich zu verringern, werden der Glaskeramik färbende Komponenten zugesetzt. Glaskeramiken ohne färbende Zusätze weisen eine unverändert hohe Transmission im sichtbaren Bereich auf.
Es ist Aufgabe der Erfindung eine transluzente oder opake Glaskeramik mit Hochquarz-Mischkristallen als vorherrschender Kristallphase zu finden, die eine niedrige thermische Ausdehnung, eine im sichtbaren Bereich geringe Transmission, auch ohne Zusatz von färbenden Komponenten, und eine hohe Temperatur- und Temperaturwechselbeständigkeit aufweist. Ferner soll die Glaskeramik zusätzlich einfärbbar sein und sich besonders zur Verwendung als Kochplatte, Kochgeschirr oder Kaminscheibe eignen.
- 50 Die Aufgabe durch eine Glaskeramik nach Anspruch 1 gelöst, wobei die Glaskeramik eine Zusammensetzung (in Gew.-%) Li_2O 3-5, Na_2O 0-1, K_2O 0-1, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 0,2-2, MgO 0-1,8, BaO 0-3,5, SrO 0-1, CaO 0-1, $\text{BaO} + \text{SrO} + \text{CaO}$ 0,2-4, ZnO 0-2,8, Al_2O_3 7-26, SiO_2 62-72, TiO_2 0-2,5, ZrO_2 0-3, $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ 1-3,5, Sb_2O_3 0-2, As_2O_3 0-2, SnO 0-1, P_2O_5 0-8, einen mittleren thermischen Längenausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20-70^\circ\text{C}}$ von $< 0,5 \cdot 10^{-6}/\text{K}$, einer mittlere Kristallgröße der Hochquarz-Mischkristalle von ≥ 80 nm und eine Transmission (Probedicke 4 mm) $\tau_{380-780\text{ nm}} < 30\%$ aufweist.
- 55 Insgesamt ist es nun möglich eine transluzente oder opake Glaskeramik mit Hochquarz-Mischkristallen als vorherrschender Kristallphase zu erhalten, die eine vorteilhafte geringe Transmission im sichtbaren Bereich aufweist, wobei die geringe Transmission ohne einen Zusatz an färbenden Komponenten erreicht wird. Außerdem weist die Glaskeramik eine vorteilhafte niedrige thermische Ausdehnung auf.
Dadurch, daß der Gesamtgehalt an TiO_2 und ZrO_2 im Bereich von 1 bis < 3,5 Gew.-% beschränkt wird, werden, im Vergleich zu bekannten LAS-Glaskeramiken, wenige Keimbildner zur Verfügung gestellt. Die geringe Anzahl an Keimbildnern trägt dazu bei, daß sich während der Keramisierung der Glaskeramik wenige dafür aber große Hochquarz-Mischkristalle bilden. Die Mischkristalle wachsen dabei bis zu einer mittleren Größe von über 80 nm heran. Bei einer höheren Kristallkeimdichte bilden sich viele kleine Kristalle aus, so daß aufgrund der resultierenden geringen Kristallgröße die Glaskeramik transparent erscheint.
- 60 Die geringere Keimdichte kann nicht nur durch einen geringeren Keimbildnergehalt, sondern auch durch Prozeßvariationen, insbesondere z. B. durch Verkürzung der Keimbildungszeit, eingestellt werden.
Ein weiterer Vorteil dieser Erfindung ist der relativ niedrige TiO_2 -Gehalt. Aus der Fachliteratur ist bekannt, daß ein Ti -Fe-Komplex leicht färbend wirkt. Ist diese leichte Färbung z. B. bei transparenten, weiß-transluzenten oder weiß-opaken Glaskeramiken unerwünscht, so ist der Einsatz von reinen, insbesondere Fe-armen Rohstoffen erforderlich. Ist nun die Komponente TiO_2 in geringerem Umfang Bestandteil der Glaskeramik, so kann auf die teuren Fe-armen Rohstoffe verzichtet werden.

DE 199 07 038 A 1

Wird der ZrO_2 -Gehalt über 3 Gew.-% gewählt, so treten Schwierigkeiten beim Einschmelzen auf.

Zur Läuterung des Glases werden übliche Läutermittel wie z. B. As_2O_3 , Sb_2O_3 , SnO_2 , CeO_2 , Fluoride, Chloride verwendet.

Über die Wahl der Rohstoffe und die Fahrweise des Fertigungsaggregates (s. DE 43 21 373 C2) läßt sich der H_2O -Gehalt in der Größenordnung von 0,01–0,05 mol/l einstellen.

Die erfindungsgemäße Glaskeramik weist bevorzugt einen Helligkeitswert L^* im $L^*a^*b^*$ Farbsystem (CIELAB-System) von > 85 auf. Die Glaskeramik weist also überwiegend helle Weißtöne auf.

Im wesentlichen ist die gewünschte Transluzenz oder Opazität, die geringe Transmission im sichtbaren Bereich sowie der hohe Helligkeitswert – neben der Zusammensetzung – über den Gehalt an Keimbildnern, also ZrO_2 und TiO_2 , sowie über die mittlere Größe der Hochquarz-Mischkristalle einstell- und regelbar.

Um eine ausreichende Schmelzbarkeit zu gewährleisten sind zumindest 0,2 Gew.-% der nicht-kristallbildenden Alkalioxide Na_2O und/oder K_2O enthalten. Um einen Restglasanteil in der Glaskeramik zu erhalten, in dem Keramisierungsspannungen abgebaut werden können, sind mindestens 0,2 Gew.-% der nicht-kristallbildenden Erdalkalioxide BaO , SrO und/oder CaO enthalten.

Die Summen der jeweils nicht-kristallbildenden Alkali- bzw. Erdalkalioxide wird auf 2 bzw. 4 Gew.-% begrenzt, da die Restglasphase für die Erhöhung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten des glaskeramischen Produktes verantwortlich ist.

Die Komponenten Li_2O , Al_2O_3 , SiO_2 und in geringerem Maße MgO und ZnO bilden den Hochquarzmischkristall.

Li_2O -Gehalte von über 5 Gew.-% führen beim Herstellprozeß zur ungewollten, voreilenden Kristallisation.

Ähnliche Wirkung zeigen hohe MgO -Gehalte.

Zur Vermeidung erhöhter Ausdehnungskoeffizienten der Glaskeramik wird der Gehalt von MgO auf 1,8 Gew.-% und der Gehalt von ZnO auf 2,8 Gew.-% begrenzt.

Al_2O_3 -Gehalte über 25 Gew.-% erhöhen die Viskosität des Glases erheblich und verstärken die Neigung zur unerwünschten Mullitkristallisation. Höhere SiO_2 -Gehalte als 72 Gew.-% erhöhen die benötigten Einschmelztemperaturen unzulässig.

Bevorzugt weist die erfindungsgemäße Glaskeramik eine Zusammensetzung (in Gew.-%) von: Li_2O 3,2–4,8, Na_2O 0–1, K_2O 0–1, $Na_2O + K_2O$ 0,2–2, MgO 0,1–1,5, BaO 0–3,0, SrO 0–1, CaO 0–1, $BaO+SrO+CaO$ 0,2–4, ZnO 0,2–2, Al_2O_3 18–24, SiO_2 63–70, TiO_2 0–<2, ZrO_2 0–2,5, $TiO_2 + ZrO_2$ 1–3,3, Sb_2O_3 0–2, As_2O_3 0–2, SnO 0–<1, P_2O_5 0–8, einen mittleren thermischen Längenausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20-700^\circ C}$ von < $0,4 \cdot 10^{-6}/K$, eine mittlere Kristallgröße der Hochquarz-Mischkristalle von ≥ 85 nm und eine Transmission (Probedicke 4 mm) $\tau_{380-780\text{ nm}} < 30\%$ auf.

Und besonders bevorzugt weist die erfindungsgemäße Glaskeramik eine Zusammensetzung (in Gew.-%) von Li_2O 3,5–4,5, Na_2O 0–1, K_2O 0–1, $Na_2O + K_2O$ 0,2–2, MgO 0,1–1,5, BaO 0–<3, SrO 0–1, CaO 0–1, $BaO+SrO+CaO$ 0,2–4, ZnO 0,2–<2, Al_2O_3 18–22, SiO_2 64–68, TiO_2 0–<1,8, ZrO_2 0–2,2, $TiO_2 + ZrO_2$ 1–3,2, Sb_2O_3 0–2, As_2O_3 0–2, SnO 0–<1, einen mittleren thermischen Längenausdehnungskoeffizienten von < $0,38 \cdot 10^{-6}/K$, eine mittlere Kristallgröße der Hochquarz-Mischkristalle von 90 nm und eine Transmission (Probedicke 4 mm) $\tau_{380-780\text{ nm}} < 30\%$ auf.

Die Glaskeramik kann zusätzlich wenigstens eine färbende Komponente, insbesondere CoO , Cr_2O_3 , CeO_2 , CuO , Fe_2O_3 , MnO , NiO und/oder V_2O_5 sowie gegebenenfalls weitere färbende Verbindungen enthalten. Aufgrund der genannten Eigenschaften der Glaskeramik, insbesondere des hohen Helligkeitswertes L^* erhält man durch Zusatz von färbenden Komponenten besonders reine Farbtöne.

Die Glaskeramik wird bevorzugt unterhalb 950°C keramisiert. Oberhalb 950°C erfolgt die Bildung bzw. Umwandlung in eine Glaskeramik mit Keatitmischkristallen als vorherrschender Kristallphase, wobei dies mit einem unerwünschten Anstieg der thermischen Ausdehnung verbunden ist.

Die Umwandlung des glasigen Ausgangsmaterials in eine Glaskeramik soll außerdem aus wirtschaftlichen Gründen unterhalb von 950°C erfolgen.

Vorzugsweise findet die erfindungsgemäße Glaskeramik Verwendung als beheizbare Platte zum Kochen und Grillen, als Kochgeschirr, als Kaminscheibe und als Bodenplatte für Mirkowellenherde.

Die folgenden Beispiele verdeutlichen die Erfindung.

Tabelle 1 zeigt Zusammensetzungen und einige Eigenschaften von Glaskeramiken, wobei es sich bei Beispiel 1 und 2 um eine erfindungsgemäße Glaskeramik und bei Beispiel 3 um eine Glaskeramik handelt, deren Gehalt an TiO_2 und Gesamtgehalt an den Keimbildnern TiO_2 und ZrO_2 außerhalb der Erfindung liegt:

Ebenfalls in Tabelle 1 ist die Buntheit C^*

$$(C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2})$$

im $L^*C^*h^*$ Farbsystem angegeben. Vorzugsweise ist die Buntheit der erfindungsgemäßen Glaskeramiken $C^* < 5$.

Die Ausgangsgläser wurden unter Verwendung von in der Glasindustrie üblichen Rohstoffen bei Temperaturen von ca. 1620°C erschmolzen und geläutert. Die Formgebung findet nach den üblichen Verfahren z. B. Gießen oder Walzen statt. Gußstücke von ca. 140 × 140 × 20 mm Größe wurden beginnend ab ca. 660°C in einem Kühlofen auf Raumtemperatur abgekühlt.

Zur Umwandlung (1a) in eine Glaskeramik wurden die Glaskeramikausgangsgläser mit ca. 5 K/min auf 740°C aufgeheizt, bei dieser Temperatur 1 h gehalten, anschließend mit ca. 2,5 K/min auf 890°C aufgeheizt und ca. 1/4 h gehalten. Die Abkühlung erfolgte durch Abschalten der Ofenheizung.

Je nach gewählter Zusammensetzung muß das Umwandlungsprogramm im Temperatur/Zeit-Profil angepaßt werden, insgesamt dauert der Umwandlungsprozeß deutlich weniger als 18 h.

Bei Umwandlung 1b wurde die Keimbildungszeit auf ca. 1/4 h verkürzt. Dieses Umwandlungsprogramm benötigte weniger als 6 h.

Dadurch, daß die verbleibende Restglasphase in der Größenordnung 5–15% den Spannungsabbau in der Probe sicherstellt, werden Verwerfungen bei der Keramisierung verhindert.

DE 199 07 038 A 1

Nach der Umwandlung 1a zeigt Beispiel 3 mit 2,6 Gew.-% TiO_2 , das eine typische Zusammensetzung von üblichen, transparenten HQMK-Glaskeramiken wiedergibt, eine hohe Transparenz. Zur Einstellung der gewünschten Transluzenz ist eine zweite Umwandlung (2) erforderlich, die in diesem Beispiel bei 940°C mit einer Haltezeit von 2 h erfolgte (Umwandlung 2). Diese Probe ist danach bereits in eine KMK-Glaskeramik umgewandelt, die eine thermische Ausdehnung $\alpha_{20-700^\circ\text{C}}$ deutlich über $0,5 \cdot 10^{-6}/\text{K}$ aufweist.

5 An den keramisierten Proben fand u. a. eine Messung der thermischen Ausdehnung an 100 mm langen Stäbchen und der Transmission an 4 mm dicken, beidseitig polierten Proben statt. Die Probe wird direkt am Eingang einer 60 mm Integrationskugel positioniert. Die Angabe des Lichttransmissionsgrades τ_{VIS} (380–780 nm) erfolgt nach DIN 5033.

Die Hauptkristallphase und die mittlere Kristallgröße wurden mittels Röntgenbeugungsdiffraktometrie bestimmt.

10

Tabelle 1

Zusammensetzung und Eigenschaften von erfindungsgemäßen Glaskeramiken (Beispiel 1 und 2) sowie einer Vergleichs-glaskeramik (Beispiel 3)

	Oxide [Gew.%]	Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3
15	SiO_2	67,3	65,45	67
20	Al_2O_3	20,2	21,6	20,2
25	Li_2O	4,1	3,7	4,0
30	Na_2O	0,5	0,5	0,5
	BaO	0,8	2,0	0,8
	MgO	0,7	0,5	0,5
	ZnO	1,7	1,75	1,6
	TiO_2	1,0	1,0	2,6
	ZrO_2	1,7	1,75	1,7
	As_2O_3	1,9	1,85	1,2
	<hr/>			
	Umwandlung 1a			
35	$\tau_{\text{VIS}} [\%], 4\text{mm}$	7		86,5
	$\alpha_{20-700^\circ\text{C}} [{}^*10^{-6}/\text{K}]$	-0,36		-0,54
	Hauptkristallphase	HQMK		HQMK
	mittlere Kristallgröße	ca. 110 nm		ca. 45 nm
40	L^*	93,2		nicht bestimmt
	C^*	4,2		nicht bestimmt
	<hr/>			
	Umwandlung 1b			
45	$\tau_{\text{VIS}} [\%], 4\text{mm}$	6	19	
	$\alpha_{20-700^\circ\text{C}} [{}^*10^{-6}/\text{K}]$	-0,36	0,06	
	Hauptkristallphase	HQMK	HQMK	
	mittlere Kristallgröße	ca. 125 nm	ca. 120 nm	
50	L^*	93,6	nicht bestimmt	
	C^*	4,5	nicht bestimmt	
	<hr/>			
	Umwandlung 2			
55		entfällt	entfällt	
	$\tau_{\text{VIS}} [\%], 4\text{mm}$			14
	$\alpha_{20-700^\circ\text{C}} [{}^*10^{-6}/\text{K}]$			0,85
	Hauptkristallphase			KMK
	L^*			79
60	C^*			6,9

65

Patentansprüche

1. Transluzente oder opake Glaskeramik mit Hochquarz-Mischkristallen als vorherrschender Kristallphase mit einer Zusammensetzung (in Gew.-%) von:

Li ₂ O	3-5	
Na ₂ O	0-1	
K ₂ O	0-1	
Na ₂ O+K ₂ O	0,2-2	
MgO	0-1,8	10
BaO	0-3,5	
SrO	0-1	
CaO	0-1	
BaO+SrO+CaO	0,2-4	
ZnO	0-2,8	
Al ₂ O ₃	17-26	
SiO ₂	62-72	
TiO ₂	0-2,5	
ZrO ₂	0-3	
TiO ₂ +ZrO ₂	1,0-<3,5	20
Sb ₂ O ₃	0-2	
As ₂ O ₃	0-2	
SnO	0-<1	
P ₂ O ₅	0-8	25

einem mittleren thermischen Längenausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20-700^\circ\text{C}}$ von $< 0,5 \cdot 10^{-6}/\text{K}$, einer mittleren Kristallgröße der Hochquarz-Mischkristalle von $\geq 80 \text{ nm}$ und einer Transmission (Probedicke 4 mm) $\tau_{380-780 \text{ nm}} < 30\%$.

2. Glaskeramik nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch, eine Zusammensetzung (in Gew.-%) von:

Li ₂ O	3, 2-4,8	
Na ₂ O	0-1	
K ₂ O	0-1	
Na ₂ O+K ₂ O	0,2-2	
MgO	0,1-1,8	35
BaO	0-3,0	
SrO	0-1	
CaO	0-1	
BaO+SrO+CaO	0,2-4	
ZnO	0,2-2	
Al ₂ O ₃	18-24	
SiO ₂	63-70	
TiO ₂	0-<2	
ZrO ₂	0-2,5	45
TiO ₂ +ZrO ₂	1,0-3,3	
Sb ₂ O ₃	0-2	
As ₂ O ₃	0-2	
SnO	0-<1	
P ₂ O ₅	0-8	50

mit einem mittleren thermischen Längenausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20-700^\circ\text{C}}$ von $< 0,4 \cdot 10^{-6}/\text{K}$, einer mittleren Kristallgröße der Hochquarz-Mischkristalle von $\geq 85 \text{ nm}$ und einer Transmission (Probedicke 4 mm) $\tau_{380-780 \text{ nm}} < 30\%$.

3. Glaskeramik nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch, eine Zusammensetzung (in Gew.-%) von:

Li ₂ O	3,5-4,5	
Na ₂ O	0-1	
K ₂ O	0-1	
Na ₂ O+K ₂ O	0,2-2	
MgO	0,1-1,5	
BaO	0-<3	
SrO	0-1	
CaO	0-1	
BaO+SrO+CaO	0,2-4	
ZnO	0,2-<2	65

DE 199 07 038 A 1

	Al ₂ O ₃	18-22
	SiO ₂	64-68
	TiO ₂	0-<1,8
	ZrO ₂	0-2,2
5	TiO ₂ +ZrO ₂	1,0-3,2
	Sb ₂ O ₃	0-2
	As ₂ O ₃	0-2
	SnO	0-<1

- 10 mit einem mittleren thermischen Längenausdehnungskoeffizienten von $<0,38 \cdot 10^{-6}/\text{K}$, einer mittleren Kristallgröße der Hochquarz-Mischkristalle von $\geq 90 \text{ nm}$ und einer Transmission (Probedicke 4 mm) $\tau_{380-780 \text{ nm}} < 30\%$.
4. xxGlaskeramik nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Glaskeramik einen Helligkeitswert L* im L*a*b* Farbsystem (CIELAB-System) von > 85 aufweist.
5. Glaskeramik nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Glaskeramik wenigstens eine farbende Komponente enthält.
6. Glaskeramik nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Glaskeramik CoO, Cr₂O₃, CeO₂, CuO, Fe₂O₃, MnO, NiO und/oder V₂O₅ enthält.
7. Glaskeramik nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß deren Keramisierung unterhalb von 950°C erfolgt.
- 20 8. Verwendung einer Glaskeramik nach den Ansprüchen 1 bis 7, als beheizbare Platte zum Kochen und Grillen, als Kochgeschirr, als Kaminscheibe und als Bodenplatte für Mikrowellenherde.

25

30

35

40

45

50

55

60

65